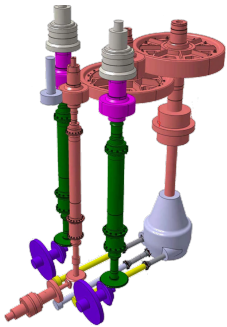


### Colle 7



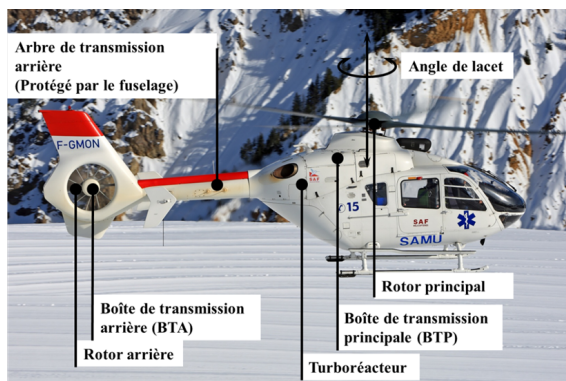
#### Banc d'essai d'une BTP Hélicoptère

D'après concours CCP – TSI 2015.

#### Savoirs et compétences :



Sur un hélicoptère la boîte de transmission principale (BTP) réalise la jonction entre les turboréacteurs et les arbres de transmission (rotor principal ou rotor arrière). Dans le but de réaliser des essais, la société Airbus Helicopters a réalisé un banc d'essai permettant (entre autre) de solliciter la BTP en imposant des vitesses ou des couples en entrée et en mesurant couples et vitesses en sortie de boîte.



**Objectif** Les objectifs de cet exercice sont de :

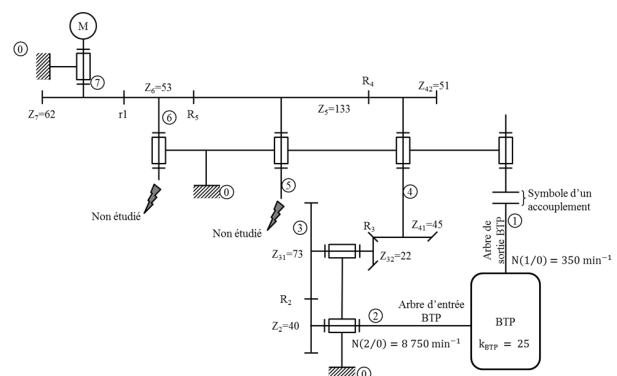
- déterminer les caractéristiques du moteur électrique se substituant au turboréacteur dans le banc d'essai ;
- étudier le montage électrique permettant de mesurer le couple en sortie de BTP.

#### Détermination des performances du moteur

On note :

- $k_{BTP} = 25$  le rapport de transmission de la BTP est défini par  $\frac{N(1/0)}{N(2/0)} = \frac{1}{k_{BTP}}$  ;
- $\eta = 0,98$  le rendement de la BTP et de chacune des transmissions par engrenages en régime permanent ;

- $N(2/0) = 8750 \text{ tr.min}^{-1}$  la fréquence de rotation en entrée de BTP (fréquence de rotation des turbines entraînant la BTP) ;
- $N(1/0) = 350 \text{ tr.min}^{-1}$  la fréquence de rotation en sortie de BTP (la fréquence de rotation du rotor) ;
- $C_1 = 4100 \text{ Nm}$  le couple transmis par l'arbre de sortie de la BTP (ce couple étant nécessaire pour assurer la rotation des pales et le vol de l'hélicoptère).



**Question 1** Déterminer le couple  $C_2$  à fournir en entrée de la BTP.

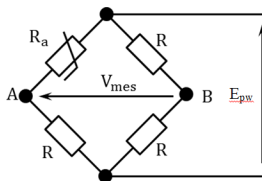
**Question 2** Calculer le rapport de transmission de l'arbre moteur jusqu'à l'entrée de la boîte de vitesses. On exprimera pour cela le rapport  $k_T = \frac{N(2/0)}{N(7/0)}$ . En déduire la fréquence de rotation du moteur électrique  $N(7/0)$  en  $\text{tr.min}^{-1}$ .

**Question 3** En faisant un bilan de puissance à chacun des étages de réduction et en tenant compte du rendement des transmissions par engrenages, calculer le couple  $C_7$  que doit fournir le moteur électrique et la puissance mécanique utile.

## Analyse du capteur d'effort

Le banc d'essai est équipé de plusieurs capteurs de couple sur l'arbre moteur d'entraînement, sur les arbres d'entrées et aussi sur les arbres de sorties rotor principal et rotor arrière. Ces capteurs sont équipés de jauges de contrainte montées en pont de Wheatstone.

**Question 4** En utilisant le montage en quart de pont figure suivante, donner l'expression de  $V_{mes}$  en fonction de  $R_a$ ,  $R$  et  $E_{pw}$ . Indiquer les conditions d'équilibre du pont ( $V_{mes} = 0$ ). La résistance  $R_a$  de jauge pour un couple de torsion de 1000 Nm est de  $356 \Omega$ , donner la valeur numérique de  $V_{mes}$  ( $E_{pw} = 10 \text{ V}$ ,  $R = 350 \Omega$ ).

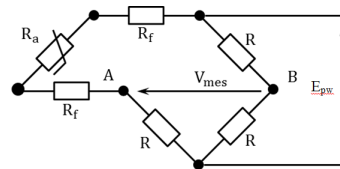


Montage pont de Wheatstone en quart de pont

avec :

- $R_a$  : résistance de la jauge de contrainte ;
- $E_{pw}$  : tension d'alimentation du pont ;
- $V_{mes}$  : tension de sortie du capteur.

Ces jauges de contraintes sont raccordées aux cartes d'acquisitions grâce à des câbles blindés avec une âme en cuivre (de résistivité  $\rho = 1,72 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m}$ ) de section  $S = 0,14 \text{ mm}^2$  et de longueur 50 m. Le schéma équivalent (montage pont de Wheatstone avec résistance des fils de liaison) est donné sur la figure suivante.

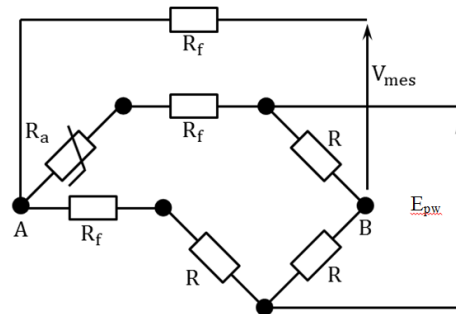


Montage pont de Wheatstone avec résistance des 2 fils de liaison

avec  $R_f$  : résistance des fils de liaison.

**Question 5** Calculer la résistance d'un fil  $R_f$  et donner la nouvelle expression de  $V_{mes}$ . Refaire le calcul de  $V_{mes}$  en utilisant les mêmes données numériques. Calculer l'erreur de la mesure en %. Conclure sur l'erreur due aux câbles par rapport à la précision intrinsèque du capteur.

**Question 6** En utilisant le montage du pont de Wheatstone avec résistance des 3 fils de liaison démontrer que l'on retrouve l'équilibre du pont avec le montage 3 fils quand la jauge est au repos.



Montage pont de Wheatstone avec résistance des 3 fils de liaison